

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

**2 267 138**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 74 12470**

(54) Appareil à fibres creuses en faisceau pour le traitement de fluides.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>).      B 01 D 13/00; A 61 M 1/03.

(22) Date de dépôt ..... 9 avril 1974, à 15 h 58 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 45 du 7-11-1975.

(71) Déposant : SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : SOCIÉTÉ RHONE-POULENC INDUSTRIES, résidant en France.

(74) Mandataire :

La présente invention, à la réalisation de laquelle ont collaboré Messieurs Jacques BAUDET, Jacques FRANCISOUD, Alain GRANGER et André SAUSSE, concerne un appareil à fibres creuses utilisable pour le traitement de fluides, notamment pour des opérations d'échange telles que par exemple la dialyse, ou pour des opérations de séparation telles que par exemple l'ultrafiltration ou l'osmose inverse.

Dans les appareils d'échange utilisés par exemple comme rein artificiel, le sang circule généralement à l'intérieur des fibres creuses, tandis que le liquide de dialyse circule à l'extérieur des fibres. Le problème se pose alors d'avoir une irrigation régulière de toutes les fibres par le liquide de dialyse.

Dans les appareils séparateurs, utilisés par exemple en osmose inverse ou ultrafiltration, le fluide à traiter peut circuler sous pression à l'intérieur des fibres creuses (l'osmosat, ou fluide ayant traversé les membranes, étant alors recueilli à l'extérieur des fibres) ou à l'extérieur des fibres (l'osmosat étant alors recueilli à l'intérieur des fibres). Lorsque le fluide à traiter circule à l'intérieur des fibres, il y a des risques de colmatage et les fibres résistent moins, dans le temps, lorsqu'elles sont soumises à une pression interne ; en outre il peut arriver que des fibres éclatent. Il est donc en général avantageux que le fluide à traiter sous pression circule à l'extérieur des fibres creuses, mais il se pose alors aussi le problème d'une irrigation régulière de la paroi externe de toutes les fibres.

De nombreux appareils à fibres creuses sont connus, dans lesquels un fluide circule à l'extérieur des fibres creuses. Le brevet américain n° 2 972 349 décrit un oxygénateur à fibres creuses qui peut être également utilisé comme rein artificiel. Cet appareil est de construction mal aisée, chaque fibre étant pratiquement indépendante de la fibre adjacente et le volume occupé par le fluide à l'extérieur des fibres est bien supérieur à celui occupé par les fibres elles-mêmes.

Dans les brevets français n° 1 227 050 et américain n° 3 228 877 on a proposé de disposer les fibres creuses en une multiplicité de faisceaux, mais le problème d'une irrigation régulière de chaque fibre de chaque faisceau n'est pas résolu.

Le brevet français n° 1 514 200 décrit un appareil avec une multiplicité de faisceaux, chaque faisceau étant enveloppé par un manchon poreux flexible et en contact avec un autre faisceau semblable. Chaque manchon poreux est d'une construction telle que lorsqu'on lui applique une tension longitudinale, on provoque une diminution de sa dimension transversale ou de sa périphérie, ce qui a pour résultat de resserrer et de comprimer les fibres creuses. Dans cet appareil on a réussi essentiellement à réduire les "volumes morts" entre faisceaux.

.../...

Dans le brevet américain 3 503 515 on a réduit l'espace mort entre chaque fibre et entre le (ou les) faisceau(x) et la paroi interne de l'enveloppe en introduisant de fines particules, telles que du sable. Cette solution n'est cependant pas très facile à mettre en œuvre et il se pose en outre le problème de bien stabiliser ces particules de remplissage.

Dans les brevets américains 3 422 008 et 3 526 001 il a été proposé de faire circuler le fluide à l'extérieur des fibres radialement par rapport aux dites fibres, disposées longitudinalement ou enroulées autour d'un mandrin muni de perforations pour le passage du fluide. Cependant lorsque les fibres sont disposées longitudinalement par rapport à l'axe du mandrin il est difficile d'éviter le déplacement de celles-ci et il en résulte des passages préférentielles de circulation entre certaines fibres, tandis que d'autres ne sont pas ou presque pas irriguées. D'autre part, dans ces appareils à circulation radiale du fluide à l'extérieur des fibres creuses, ce fluide n'est en contact avec ces dernières que sur une très faible partie de leur longueur.

Dans le brevet français n° 1 547 549 on a décrit un appareil résultant de l'empilement de cadres comportant chacun quatre ouvertures périphériques espacées en opposition dans ce cadre, dont l'ouverture centrale comporte un grand nombre de fibres creuses entrelacées et dont les extrémités ouvertes débouchent dans les ouvertures périphériques. Un tel dispositif est compliqué, coûteux et offre une assez petite surface membranaire par unité de volume.

Dans le brevet français n° 2 111 382 on a enfin décrit un appareil séparateur dont le perfectionnement consiste à avoir disposé des fibres creuses en au moins deux couches minces de part et d'autre d'une matière perforée mince, généralement un tissu. La réalisation d'un tel appareil est assez délicate et exige un appareillage complexe pour que la répartition des fibres creuses sur cette matière perforée soit régulière.

Ainsi le besoin existe toujours d'un appareil à fibres creuses, d'échange ou de séparation, susceptible d'être économiquement et efficacement assemblé, d'être utilisé pendant de longues périodes sans variation notable de l'efficacité de la séparation et qui présente une irrigation améliorée des fibres par le fluide circulant sur leur paroi externe.

Le but de la présente invention est donc un appareil présentant ces avantages.

Il a donc été trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention un appareil utilisable pour le traitement de fluides, notamment en dialyse et/ou ultrafiltration, comportant une pluralité de fibres creuses, des moyens permettant la circulation d'un fluide sur la paroi externe des fibres, au moins une paroi d'ex-

.../...

trémité traversée par au moins une des extrémités ouvertes des dites fibres creuses et solidaires de ces dernières de manière étanche, cette paroi d'extrémité assurant la séparation entre le fluide à l'extérieur et le fluide à l'intérieur des fibres, caractérisé en ce qu'il comprend une enveloppe étanche disposée autour des dites fibres au moins sur une partie de leur longueur et serrant les dites fibres, par sa paroi interne, pour les amener en contact entre elles, cette enveloppe étant au moins partiellement en un matériau élastique ou possédant une mémoire élastique.

Il est bien entendu que dans le présent exposé, par l'expression fibres creuses, on désigne des fibres de forme tubulaire, c'est à dire comportant en leur sein un canal continu disposé sensiblement selon l'axe de la fibre.

Les fibres creuses utilisables selon l'invention peuvent être de tout type connu, en particulier il peut s'agir des fibres mentionnées dans les brevets français 1 307 979, 1 586 563, 2 017 387 et américain 3 674 628, où encore de fibres de verre, en élastomère silicone, ou même métalliques. Les fibres polymériques utilisées peuvent être homogènes ou microporeuses, ou anisotropes (c'est à dire "à peau"). Elles peuvent être obtenues par voie fondue, par voie sèche (évaporation de solvant) ou par voie humide (coagulation). Les filières mises en oeuvre pour les obtenir sont en pratique des filières à secteur ou ayant un orifice en forme de couronne.

Les fibres creuses utilisables selon l'invention ont un diamètre extérieur généralement inférieur à 1 mm, de préférence inférieur à 0,6 mm et pouvant être compris entre 5 et 100 microns.

La nature précise des fibres creuses est choisie en fonction de l'application envisagée. Les applications des appareils de la présente invention englobent tout traitement de fluide, ce terme étant utilisé dans le sens le plus général et il recouvre tout échange ou transfert de matière (ou même de calories) où, après intervention dudit traitement, on obtient un ou plusieurs fluides n'ayant pas la même composition ou les mêmes propriétés que le ou les fluides engagés dans l'appareil. Les opérations de traitement envisagées sont donc essentiellement des opérations d'échange (dialyse, par exemple rein artificiel) ; osmose directe; échange gaz-gaz ; échange liquide-gaz, par exemple poumon artificiel) et des opérations de séparation (ultrafiltration, osmose inverse, perméation gazeuse) et même des opérations de mélange. Ces opérations peuvent bien entendu constituer des opérations d'enrichissement. Mais l'invention inclut également l'utilisation des appareils

.../...

décris dans des applications telles que l'échange thermique entre deux fluides, l'humidification et/ou le conditionnement d'air, la dissolution de certains gaz dans des liquides .... On peut aussi utiliser les appareils selon l'invention pour l'obtention de produits stériles, par exemple pour la stérilisation de l'eau par ultrafiltration. Il doit être entendu que par dialyse on désigne particulièrement l'échange de solutés entre deux fluides liquides et que par ultrafiltration on désigne particulièrement la filtration sous pression de solutés ayant un poids moléculaire nettement plus important que celui du solvant dans lequel ils sont dissous, par exemple supérieur à 500.

Par l'expression "enveloppe en un matériau élastique ou possédant une mémoire élastique" utilisée dans ce texte, il faut entendre toute enveloppe en matériau élastique à température ordinaire ( $\sim 20^\circ\text{C}$ ) c'est à dire pouvant être étiré puis revenir après relâchement de la force d'étirement à sa position initiale, et d'autre part toute enveloppe élastique à partir d'un certain seuil de température, appelé température de rétraction ou de rétreint, ce seuil étant supérieur à la température ordinaire et fonction de la nature du matériau. A partir du moment où ce seuil de température est atteint, ce matériau thermorétractable possédant une mémoire élastique se rétracte jusqu'à venir à une position préterminée et il reste dans cette position après refroidissement en dessous de son point de rétreint ou de rétraction. Ainsi, que l'on utilise un matériau élastique à température ordinaire ou élastique à partir d'une température supérieure à la température ordinaire, dans les deux cas on peut considérer que l'on dispose une enveloppe autour des fibres creuses alors que le matériau la constituant est dans un état dilaté et que cette enveloppe, après rétrécissement, amène les fibres en contact les unes avec les autres. L'appareil selon l'invention présente alors l'avantage d'avoir une répartition très régulière des fibres creuses en contact les unes avec les autres, ce qui améliore l'irrigation de leur paroi externe car il n'y a pratiquement pas de chemins préférentiels pour le fluide circulant au contact de ladite paroi externe des fibres creuses, que ce soit entre les fibres creuses, entre les fibres creuses en contact avec la paroi interne de ladite enveloppe, ou entre les fibres creuses et une "gouttière" disposée entre les fibres creuses et l'enveloppe. Le choix des dimensions de l'enveloppe est fonction du nombre et des dimensions des fibres devant être contenues dans l'enveloppe, ainsi que de leurs propriétés mécaniques, et il peut être considéré comme étant du domaine du technicien.

.../...

Généralement pour réaliser l'enveloppe on part d'une gaine à section circulaire constituée par un tube étanche ouvert aux deux extrémités. Lorsque le matériau constituant ce tube est élastique à température ordinaire il peut être notamment en caoutchouc naturel ou synthétique ou en élastomère silicone. Lorsque 5 le matériau possède une mémoire élastique, les matériaux thermorétrtractables les plus généralement utilisés sont le chlorure de polyvinyle, les élastomères silicones, les polyoléfines irradiées (polyéthylène notamment), le polyfluorure de vinylidène irradié ou le polytétrafluoréthylène, cette liste n'étant pas limitative. Ces matériaux thermorétrtractables sont largement commercialisés (notamment par la 10 Compagnie Française des Isolants, la Société Électrique STERLING ou la Société RAYCHEM) et essentiellement utilisés pour le gainage et l'isolation de fils et de raccords électriques. La température de rétreint des matériaux cités ci-dessus varie de 40 à 300°C environ et peut être atteinte notamment à l'aide de pistolets électriques à air chaud ou de fours tunnels à air chaud brassé.

15 Dans certains cas cette enveloppe peut être une gaine à section circulaire constituée par exemple par un tube dont une extrémité est bouchée, ce qui constitue un fourreau. Cette enveloppe peut être également constituée par un manchon, de forme cylindrique, fendu selon une génératrice, que l'on dispose autour des fibres creuses et que l'on assemble de manière étanche selon cette génératrice, par exemple par 20 collage, avant de le soumettre à la thermorétraction. Eventuellement l'enveloppe peut être constituée par l'assemblage d'un matériau élastique ou possédant une mémoire élastique et d'un autre matériau, comme ceci sera décrit ci-après. Elle peut également être constituée de deux ou plusieurs feuilles ou films dont l'un au moins 25 est élastique ou possède une mémoire élastique, ces feuilles ou films étant assemblés entre eux de manière étanche, par exemple par collage ou thermoscellage, au moins sur deux bords opposés.

Pour les appareils selon l'invention dans lesquels le fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses est à basse pression (ne dépassant 1 à 2 bars par exemple), l'enveloppe peut constituer une partie ou la totalité de l'enceinte de 30 l'appareil. Pour de plus fortes pressions, il est avantageux de disposer une enceinte secondaire au moins autour de la partie de l'enveloppe en matériau élastique ou possédant une mémoire élastique, cette enceinte secondaire résistant à la pression.

Dans un appareil selon la présente invention, l'enveloppe peut être rigide, semi-rigide ou même souple, selon l'épaisseur de sa paroi et la nature du matériau 35 qui la constitue.

Une fonction de cette enveloppe est d'amener les fibres creuses en contact les unes avec les autres sans les aplatisir ou en ne les aplatisissant presque pas pour ne pas diminuer leur surface active irriguée par le fluide circulant sur leur paroi externe. Cette fonction est particulièrement avantageuse lorsqu'on utilise des fibres

5 creuses torsadées entre elles. On peut ainsi obtenir le maximum de surface irriguée par unité de volume de l'appareil pour le fluide circulant sur la paroi externe des dites fibres. Une autre fonction de cette enveloppe est d'éliminer tout chemin préféré du fluide circulant sur la paroi externe des fibres et aussi de permettre une irrigation sensiblement égale pour chaque fibre. Une autre fonction de cette enveloppe est de soutenir les fibres creuses sur la plus grande partie de leur longueur.

10 Dans un appareil selon la présente invention, l'enveloppe au contact des fibres creuses est encore susceptible de diminuer de dimensions, notamment de diamètre dans le cas où l'enveloppe est une gaine cylindrique ; si on enlève les fibres, l'enveloppe peut encore diminuer de diamètre à température ambiante ou à une température égale ou supérieure à la température de thermorétraction du matériau constituant. Aussi un appareil selon l'invention a son enveloppe dans un état dilaté 15 susceptible de rétrécissement à température ambiante ou à une température au moins égale à la température de rétraction du matériau la constituant.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide des figures ci-jointes qui représentent à titre d'exemple et sans échelle déterminée divers modes de réalisation d'appareils munis d'enveloppes thermorétractables.

20 Les fig. 1 à 3 sont des vues en coupe selon un plan axial de différents appareils selon l'invention avec des fibres creuses sensiblement parallèles à l'axe de cet appareil et avec deux parois d'extrémité opposées traversées par les extrémités ouvertes des fibres.

25 La fig. 4 et la vue en coupe selon un plan axial d'un appareil du même type que ceux des fig. 1 à 3, mais avec une enveloppe comprenant deux parties en matériaux différents.

La fig. 5 est une coupe selon V-V de l'appareil de la fig. 4.

La fig. 6 est une vue en coupe selon un plan axial d'un appareil dans lequel les fibres sont disposées en U.

30 La fig. 7 est une variante d'exécution d'une extrémité de l'appareil de la fig. 6.

La fig. 8 est une vue en coupe selon un plan axial d'un appareil dans lequel les fibres creuses sont sur une âme.

La fig. 9 est une coupe selon IX-IX de la fig. 8.

35 La fig. 10 est une vue partielle en coupe selon un plan axial d'un appareil selon l'invention.

La fig. 11 est une coupe selon XI-XI de l'appareil de la fig. 10.

.../...

La fig. 12 est une coupe selon XIII-XII de l'appareil de la fig. 10.

Avant de donner des explications plus détaillées concernant ces figures, il doit être indiqué que la convention suivante a été adaptée pour chacune d'elles.

5 1°/ - Les flèches à un chevron symbolisant la circulation du fluide à l'extérieur des fibres (sauf lorsqu'elles se rapportent à des directions de coupe).

10 2°/ - Les flèches à deux chevrons symbolisant la circulation du fluide à l'intérieur des fibres.

15 En se référant à la fig. 1, l'appareil représenté comprend une enveloppe (1) thermorétractée sur toute sa longueur et s'étendant sur au moins 60 % de la longueur totale de l'appareil. Cette enveloppe (1) thermorétractée entoure et serre une pluralité de fibres creuses (2) disposées sensiblement parallèlement entre elles en un faisceau et en contact entre elles. Avantageusement les fibres creuses (2) peuvent être torsadées entre elles, les torsades étant juxtaposées les unes à côté des autres. L'enveloppe (1) thermorétractée est en contact avec les fibres creuses (2) adjacentes à sa paroi interne (3) et les fibres sont ainsi soutenues sur la plus grande partie de leur longueur. A chaque extrémité les fibres (2) sont solidaires de manière étanche de parois d'extrémité (4 et 5) représentées en pointillés, les fibres traversant ces parois (4 et 5), tandis que leurs extrémités ouvertes débouchent sur la face externe (6 et 7) de chacune des parois (4 et 5). Dans le cas de 20 figure les parois d'extrémité (4 et 5) sont chacune solidaires de manière étanche avec un raccord (8,9) solidaire lui-même de manière étanche avec l'enveloppe thermorétractée. Ainsi chaque paroi d'extrémité assure la séparation de manière étanche entre le fluide circulant à l'intérieur des fibres creuses (2) et le fluide circulant à l'extérieur des dites fibres. Chaque raccord (8 et 9) comprend au moins une tubulure (10,11) pour le passage de fluide dans l'appareil et à l'extérieur des fibres creuses.

25 Les parois d'extrémités (4 et 5) sont généralement et avantageusement constituées d'une masse durcie de colle solidifiée, cette colle étant à prise rapide ou lente et comportant un ou plusieurs constituants. Comme colles à prise rapide on peut citer les cyanoacrylates d'alcoyle ; comme colles à prise lente on peut citer les résines époxy, mais il ne s'agit là que d'une liste non limitative. D'autres colles sont citées en particulier dans le brevet français n° 1 307 979. Ces colles doivent être pratiquement inattaquables aux fluides traités et ne pas les altérer.

30 A chacune de ses extrémités l'appareil comprend un collecteur (12, 13) pour le passage du fluide circulant à l'intérieur des fibres. Dans cet appareil l'enveloppe thermorétractée (1) sert d'enceinte ; aussi est-il avantageux que cette

.../...

enveloppe thermorétractée (1) soit rigide ou semi-rigide pour une manipulation aisée de cet appareil.

Cet appareil peut être utilisé aussi bien pour des opérations d'échange que pour des opérations de séparation. Dans le cas de la fig. 1, l'appareil est utilisé pour une opération d'échange et le fluide circulant à l'extérieur des fibres est introduit par la tubulure (11) pour ressortir de l'appareil par la tubulure (10) après avoir été en contact avec la paroi externe des fibres (2) sur presque toute leur longueur. Bien évidemment ce fluide peut inversement être introduit par la tubulure (10) pour ressortir de l'appareil par la tubulure (11). Le fluide circulant à l'intérieur des fibres (2) entre dans ces dernières par le collecteur (12) pour en ressortir en (13) ou inversement.

Cet appareil représenté fig. 1 peut également fonctionner sous pression comme appareil séparateur. Dans ce cas le fluide sous pression peut circuler à l'intérieur des fibres en entrant à une de leurs extrémités pour ressortir à l'autre, ou vice versa, grâce aux collecteurs (12 et 13). Le perméat ou osmosat (fluide ayant traversé les fibres creuses (2)) est alors recueilli par au moins une tubulure (10) ou (11). Avantageusement cet appareil peut être utilisé comme séparateur en faisant circuler le fluide sous pression sur la paroi externe des fibres, grâce aux tubulures (10 et 11). Le perméat ou osmosat est alors recueilli par les collecteurs (12 et 13).

Pour la réalisation de l'appareil selon la fig. 1, on part généralement d'une pluralité de fibres creuses (2) sensiblement parallèles entre elles et avantageusement torsadées entre elles. Ces fibres (2) sont sous forme d'un faisceau et sont ouvertes aux deux bouts ou avantageusement sont sous forme d'un écheveau qui peut à la limite ne comprendre qu'une fibre creuse. L'enveloppe (1) est alors disposée autour des fibres creuses puis soumise à l'action de la chaleur jusqu'à ce qu'elle ne se rétracte plus étant en contact avec les fibres creuses (2) adjacentes à sa paroi interne (3), puis elle est refroidie en dessous de sa température de rétraction, par exemple à la température ambiante. Le diamètre de l'enveloppe en matériau thermorétractable est choisi de façon telle qu'après rétrécissement il soit bien au contact des fibres adjacentes à sa paroi interne (3) et de façon telle que les fibres creuses soient en contact entre elles sans être aplatis, ou avec le minimum d'aplatissement, pour que leur surface externe irriguée soit la plus grande possible. On dispose alors les raccords (8 et 9) à chaque extrémité de l'enveloppe thermorétractée (1) et on fixe de manière étanche à cette dernière. Pour la fixation de manière étanche des fibres creuses (2) aux raccords (8 et 9) on peut opérer par trempage particulier de chaque raccord et des fibres dans de la colle. Après durcissement de la colle

.../...

on a réalisé ainsi les parois (4 et 5) et on procède alors à l'ouverture des fibres creuses (2) en les sectionnant sur la face externe (6 et 7) de chaque paroi d'extrémité (4 et 5), notamment lorsqu'on est parti d'un écheveau de fibre(s).

Ce mode de réalisation d'un appareil peut bien sûr subir de nombreuses variantes à la portée du technicien et n'est pas limitatif. Il est ainsi quelquefois avantageux de former les parois d'extrémité (4 et 5) sur les fibres creuses (2) avant que l'enveloppe étanche en matériau thermorétractable ne soit déposée autour des fibres (2). Ainsi il suffit après rétreint de l'enveloppe (1), de solidariser de manière étanche les raccords (8 et 9) à l'enveloppe (1) et aux parois d'extrémité (4 et 5). Les collecteurs (12 et 13) sont fixés de manière étanche aux raccords (8 et 9) par tout moyen connu.

La figure 3 montre un appareil du même type que celui de la fig. 1, mais dans lequel l'enveloppe, en matériau thermorétractable disposée sur toute la longueur des fibres, n'est pas thermorétractée sur toute sa longueur. Ainsi à ses deux extrémités, pour une distribution plus aisée du fluide devant circuler sur la paroi externe des fibres (2) et arrivant dans l'appareil par une des tubulures (10 ou 11), l'enveloppe (1) n'est pas thermorétractée. Cet appareil peut fonctionner exactement comme celui de la fig. 1 et pour les mêmes applications d'échange ou de séparation. L'enveloppe (1) est thermorétractée sur au moins 60 % de sa longueur.

A titre de variante l'appareil de la fig. 3 peut avoir une enveloppe (1) thermorétractée sur toute sa longueur, mais il est avantageux dans ce cas de placer, à chaque extrémité du faisceau, un dispositif (non représenté) avec lequel la paroi interne (3) de l'enveloppe thermorétractée vient en contact au niveau des tubulures (10 et 11), ce dispositif favorisant la répartition du fluide circulant sur la paroi externe des fibres.

La fig. 2 représente un appareil d'échange ou de séparation comme ceux décrits précédemment, mais il est plus spécialement conçu pour résister aux fortes pressions d'un fluide circulant sur la paroi externe des fibres creuses (à l'extérieur des fibres). Cet appareil de la fig. 2 comprend une enceinte externe secondaire (15) solidaire à chacune de ses extrémités avec les parois (4 et 5). L'enveloppe thermorétractée (1) n'entoure avantagereusement les fibres (2) que sur une partie de leur longueur et elle est en contact avec les fibres adjacentes à sa paroi interne (3). Avantageusement la longueur de l'enveloppe thermorétractée (1) est d'au moins 60 % de celle de la longueur totale de l'appareil.

Un joint d'étanchéité (17) est disposé entre la paroi externe (14) de l'enveloppe thermorétractée et la paroi interne (16) de l'enceinte externe secondaire (15) comme cela est représenté fig. 2. Ce joint d'étanchéité (17) peut être un joint

.../...

torique, mais ce peut être également une simple masse de colle solidifiée disposée annulairement. Eventuellement on peut disposer un joint d'étanchéité (17) à chaque extrémité de l'enveloppe thermorétractée (ce mode de réalisation n'étant pas représenté fig. 2) et introduire par l'enceinte secondaire (15) un tiers corps dans l'espace compris entre ladite enceinte (15), l'enveloppe thermorétractée (1) et les deux joints d'étanchéité (17). Ce tiers corps peut être par exemple, du sable ou un produit synthétique formant des cellules, non compressibles dans les conditions de traitement envisagé avec l'appareil. L'enceinte secondaire (15) peut être métallique ou en plastique armé de fibres de verre par exemple.

Dans le cas de la fig. 2 l'appareil fonctionne comme séparateur, le fluide sous pression entrant dans l'appareil par la tubulure (11) pour ressortir par la tubulure (10) après avoir circulé sur la paroi externe des fibres (2). Du fluide sous pression se trouve entre la paroi externe (14) de l'enveloppe thermorétractée et la paroi interne (16) de l'enceinte secondaire (15), mais il n'est pas en circulation dans cette zone. Le perméat ou osmosat est récupéré par les collecteurs (12 et 13).

Quoique les appareils des fig. 1 à 3 décrits jusqu'ici aient été représentés avec leurs fibres creuses (2) ouvertes à chacune de leurs extrémités, il est cependant possible que ces appareils n'aient leurs fibres ouvertes qu'à une seule de leurs extrémités sur une des deux faces externes (6 ou 7) des parois d'extrémité (4 et 5). Ces appareils sont généralement, dans ce cas, des appareils séparateurs dans lesquels un fluide sous pression peut circuler sur la paroi externe des fibres creuses, tandis que l'osmosat ou perméat est récupéré par l'extrémité ouverte des fibres creuses.

La fig. 4 représente un appareil d'échange et/ou de séparation dans lequel l'enveloppe entourant les fibres creuses (2) n'est pas entièrement en matériau thermorétractable. Cette enveloppe comprend une partie (1) en matériau thermorétractable et une partie (1a) en matériau non thermorétractable, ces deux parties (1 et 1a) étant réunies entre elles de manière étanche en (18 et 19), par exemple par collage, sensiblement selon des génératrices de l'enveloppe résultante. Dans la fig. 5 les fibres creuses n'ont été que partiellement représentées pour la simplification du dessin. Dans le cas de la fig. 4, la partie (1) de l'enveloppe en matériau thermorétractable est disposée sur toute la longueur des fibres creuses (2), mais n'est thermorétractée que sur une partie de sa longueur. Avantageusement la partie (1) de l'enceinte en matériau thermorétractable est thermorétractée sur au moins 60 % de sa longueur. Ce type d'appareil présente de l'intérêt, notamment lorsqu'on procède à un dépôt mécanique des fibres par enroulement longitudinal sur la partie (1a) de l'enveloppe. Cet appareil selon la fig. 4 est susceptible de fonctionner exactement comme celui selon la fig. 1 et pour les mêmes applications d'échange ou de séparation.

A titre de variante cet appareil selon la fig. 4 peut comprendre une partie (1) de son enveloppe thermorétractée sur toute sa longueur de façon analogue à l'appareil selon la fig. 1. Il est également possible de réaliser un appareil avec une enceinte externe secondaire (15) comme celui de la fig. 2 mais dans lequel l'enveloppe est 5 partiellement en matériau thermorétractable et retrainte au moins sur une partie de sa longueur.

Les fig. 10 à 12 représentent un appareil dans lequel les fibres creuses (2) sont disposées dans une gouttière (20) rigide, entourée d'une enveloppe (1) thermorétractée. Dans le mode de réalisation de l'appareil selon ces figures, les fibres 10 creuses (2), partiellement représentées fig. 11 et 12 pour la simplification des dessins, ne sont pas au contact de l'enveloppe (1) thermorétractée, et une mince pellicule (23) a été disposée entre la gouttière (20) et les fibres creuses. Even-tuellement cette pellicule (23) peut être supprimée, notamment lorsque les extrémités latérales (24) de chaque branche de la gouttière (20) sont suffisamment minces pour 15 être un peu recourbées vers l'intérieur de la gouttière après mise en place des fibres creuses (2), car ceci évite de pincer ou de détériorer les fibres creuses lors du rétrécissement (du rétraint) de l'enveloppe thermorétractée (1). Ce mode de réalisation d'un appareil selon l'invention est particulièrement intéressant, notamment lorsque les fibres creuses (2) sont disposées dans la gouttière (20) par bobinage 20 parallèle à son axe longitudinal, plusieurs gouttières étant par exemple disposées sur une roue tournante.

A chaque extrémité cet appareil comprend avantagereusement une pièce rapportée rigide (21) par laquelle est introduit ou évacué le fluide circulant sur la paroi externe des fibres creuses (2), grâce à une tubulure (10 ou 11) située sur cette 25 pièce rapportée, seule la tubulure (10) étant représentée fig. 10. L'enveloppe (1) entoure la gouttière (20) et la pièce rapportée (21) à chaque extrémité de l'appareil tandis qu'un collecteur (12 et 13) est disposé de manière étanche sur l'enveloppe (1) à chaque extrémité de l'appareil, lorsque ce dernier à ses fibres creuses (2) ouvertes à chaque extrémité. Eventuellement cet appareil peut n'avoir qu'une extrémité des 30 fibres creuses ouvertes et il est utilisé alors plus spécialement comme séparateur. Généralement cet appareil a ses fibres creuses (2) ouvertes à chaque extrémité au droit des parois (4 et 5) sur les faces externes (6 et 7) et il peut être utilisé pour toutes opérations d'échange ou de séparation. Dans le cas de l'appareil partiellement représenté fig. 10, le fluide circulant à l'intérieur des fibres creuses 35 (2) entre dans l'appareil par le collecteur (12) et sort par le collecteur (13), non représenté, à l'autre extrémité de l'appareil, tandis que le fluide circulant sur la paroi externe des fibres creuses entre dans l'appareil par la tubulure (11) non représentée, et sort de l'appareil par la tubulure (10) à l'autre extrémité de l'appareil.

.../...

Les appareils de la présente invention peuvent également avoir une enceinte thermorétractée (1) disposée autour des fibres creuses (2) en forme de U. Pour cela il suffit de placer dans l'appareil un faisceau de fibrés creuses (2) replié sur lui-même, ou de partir d'un écheveau que l'on découpe à une seule de ses extrémités pour ouvrir la (ou les) fibre(s). La fig. 6 montre un appareil de ce type par exemple plus spécialement destiné à des opérations de séparation telles que l'ultrafiltration. Cet appareil comporte une enveloppe thermorétractée (1) sur toute sa longueur qui est au moins égale à 60 % de la longueur totale de l'appareil. Cet appareil comporte également deux raccords (8 et 9) solidaires de manière étanche avec l'enveloppe thermorétractée (1) et ayant chacun une paroi d'extrémité (4 ou 5) solidaire des extrémités des fibres creuses (2) ou du milieu des fibres (2), à l'endroit (28) où elles sont recourbées sur elles-mêmes. Chaque raccord (8 et 9) comprend au moins une tubulure (10 ou 11) pour le passage du fluide circulant sur la paroi externe des fibres creuses (2). Cet appareil selon la fig. 6 n'a qu'un collecteur (12) qui sert à la récupération de l'osmosat ou du perméat.

L'appareil selon la fig. 6 est susceptible de faire l'objet de nombreuses variantes. On peut par exemple disposer autour des fibres une enveloppe thermorétractée (1) sur une partie de sa longueur et s'étendant sur toute la longueur des fibres de façon analogue à l'appareil de la fig. 3. On peut également disposer une enceinte secondaire externe (15) autour de l'enveloppe thermorétractée disposée autour des fibres creuses (2) en U, de façon analogue à l'appareil de la fig. 2. Il est également possible de n'avoir qu'une paroi d'extrémité (4) vers les extrémités ouvertes des fibres creuses (2), tandis que dans le milieu de la longueur des fibres, dans la partie (28) où elles sont recourbées, il n'y a pas de paroi d'extrémité, comme représenté sur la fig. 7, qui montre partiellement un tel appareil.

Eventuellement, un appareil selon la présente invention peut avoir ses fibres creuses (2) disposées en U autour d'une âme (22), par exemple après enroulement mécanique longitudinal autour de l'âme (22) d'une (ou de plusieurs) fibre(s) et coupure à une extrémité de l'écheveau résultant enroulé autour de l'âme (22). Dans un tel appareil représenté fig. 8, l'enveloppe thermorétractée (1) a la forme d'un fourreau et est disposée autour de l'âme (22) et des fibres creuses (2), comme représenté fig. 9, les fibres ayant été partiellement représentées pour la simplification du dessin. Vers chaque extrémité ouverte des fibres creuses (2), au moins un raccord (9) est disposé autour des dites fibres (2) et de l'enveloppe thermorétractée (1) avec laquelle il est solidaire de manière étanche. D'autre part ce raccord (9) est solidaire des fibres creuses (2) et de l'âme, de manière étanche, par deux parois d'extrémité (4 et 5) situées dans un même plan et toutes deux solidaires de l'âme (22). Une extrémité ouverte de chaque fibre creuse (2) débouche sur la face

.../...

externe (6) de la paroi d'extrémité (4), tandis que l'autre extrémité ouverte de chaque même fibre creuse débouche sur la face externe (7) de l'autre paroi d'extrémité (5). Ce raccord (9) possède également deux tubulures (10 et 11) permettant la circulation d'un fluide à l'extérieur des fibres creuses sur presque toute leur longueur, tandis que l'osmosat ou perméat est récupéré par le collecteur (12) solidaire de manière étanche avec le raccord (9). Dans un tel appareil l'enveloppe thermorétractée (1) est plaquée contre l'âme (22) et contre les fibres creuses (2) adjacentes à sa paroi interne (3), supprimant ainsi tout passage préférentiel du fluide circulant sur la paroi externe des fibres creuses (2).

10. Comme il a été dit au début de cette description, les appareils selon les fig. 1 à 9 peuvent tous être réalisés avec une enveloppe (1) en un matériau élastique à température ambiante, par exemple en caoutchouc. Il suffit pour placer cette enveloppe élastique autour des fibres creuses d'étirer par tous moyens connus (par exemple par un dispositif écarteur) le matériau la constituant, puis de laisser venir cette enveloppe au contact des fibres creuses. Dans les appareils représentés fig. 3 et 4, on peut disposer à chaque extrémité des fibres creuses (2) un dispositif rigide (non représenté) qui permet à l'enveloppe de rester un peu plus dilatée à ces endroits, car reposant sur ces dispositifs qui permettent aux fibres d'être un peu moins serrées et favorisent ainsi l'introduction ou l'évacuation dans l'appareil du fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses. Pour la réalisation de ces appareils à enveloppe élastique à température ambiante, il est en général plus aisé de partir d'un matériau sous forme d'une gaine à section circulaire que l'on étire régulièrement selon sa section, puis qu'on laisse progressivement venir se placer autour des fibres creuses.

REVENDICATIONS

- 1/ - Appareil utilisable pour le traitement de fluides notamment en dialyse et/ou ultrafiltration, comprenant une pluralité de fibres creuses, des moyens permettant la circulation d'un fluide sur la paroi externe des fibres, au moins une paroi d'extrémité traversée par au moins une des extrémités ouvertes des dites fibres creuses et solidaires de ces dernières de manière étanche, cette paroi d'extrême assurant la séparation entre le fluide à l'extérieur et le fluide à l'intérieur des fibres, caractérisé en ce qu'il comprend une enveloppe étanche disposée autour des dites fibres au moins sur une partie de leur longueur et serrant les dites fibres, par sa paroi interne, pour les amener en contact entre elles, cette enveloppe étant au moins partiellement en un matériau élastique ou possédant une mémoire élastique.
- 5 2/ - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est en matériau élastique tel que le caoutchouc ou un matériau similaire.
- 10 3/ - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche possédant une mémoire élastique est en matériau thermorétractable.
- 15 4/ - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est entièrement en matériau élastique ou en un matériau possédant une mémoire élastique.
- 20 5/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'enveloppe étanche s'étend sur au moins 60 % de la longueur des fibres creuses.
- 25 6/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche en matériau thermorétractable est thermorétractée sur au moins une partie de sa longueur.
- 7/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche en matériau thermorétractable est thermorétractée sur toute sa longueur.
- 30 8/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est disposée autour de fibres creuses situées à l'intérieur d'une gouttière.
- 9/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche constitue au moins en partie l'enceinte externe de l'appareil.
- 35 10/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est disposée à l'intérieur d'une enceinte secondaire.

11/ - Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est entourée par un joint d'étanchéité disposé autour de sa paroi externe et de la paroi interne de l'enceinte secondaire.

5 12/ - Appareil selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche est entourée par un joint d'étanchéité vers chacune de ses extrémités et en ce qu'un produit de remplissage, indéformable dans les conditions d'utilisation de l'appareil, est disposé entre ces deux joints d'étanchéité et les parois interne de l'enceinte secondaire et externe de l'enveloppe.

10 13/ - Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche a sensiblement la forme d'un cylindre, est thermorétractée sur toute sa longueur et en ce qu'elle comprend à chacune de ses extrémités un raccord avec lequel elle est solidaire de manière étanche, les dits raccords comportant chacun au moins une tubulure pour l'introduction ou l'évacuation du fluide circulant à l'extérieur des fibres creuses et étant chacun solidaire d'une paroi traversée 15 par les fibres creuses et sur la face externe desquels les fibres creuses ont une extrémité ouverte.

14/ - Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe étanche entoure des fibres creuses disposées au moins en partie sous forme de torsade.

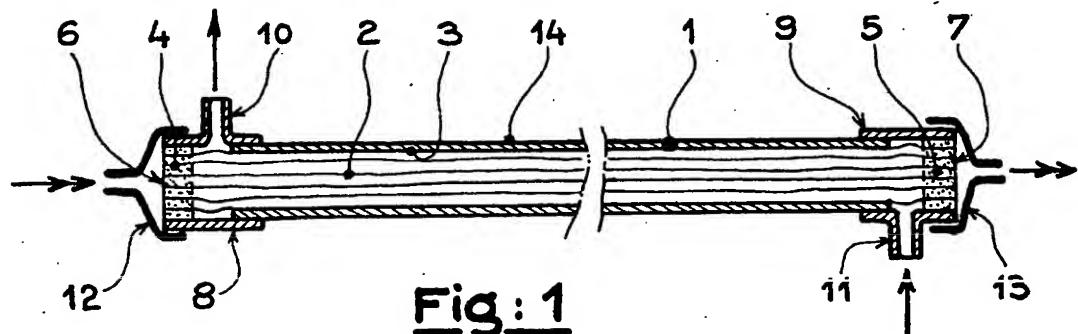


Fig: 1

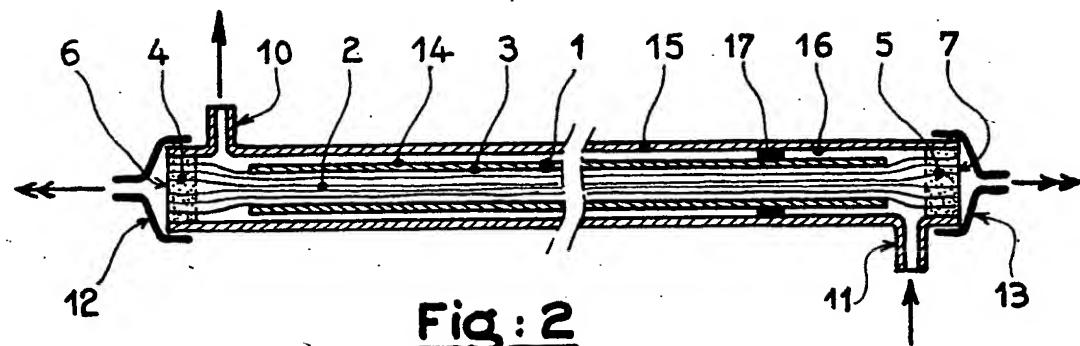


Fig: 2

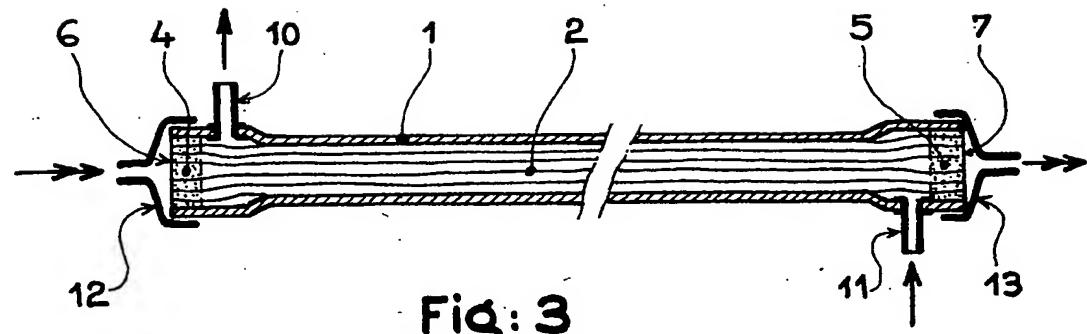


Fig: 3

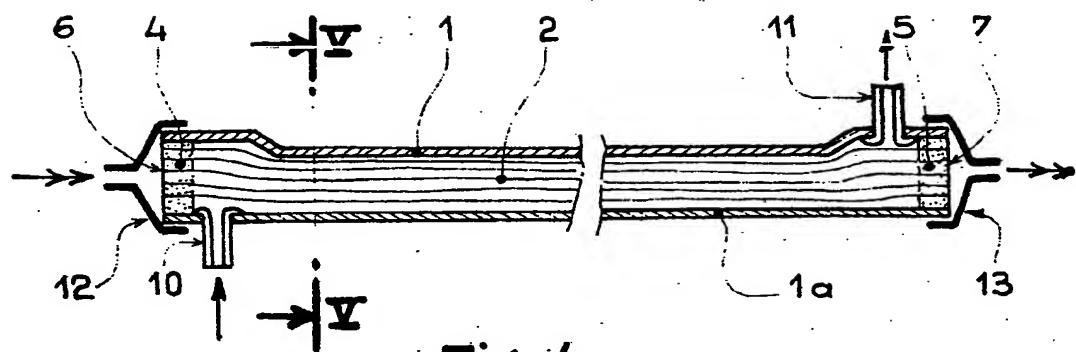


Fig:4

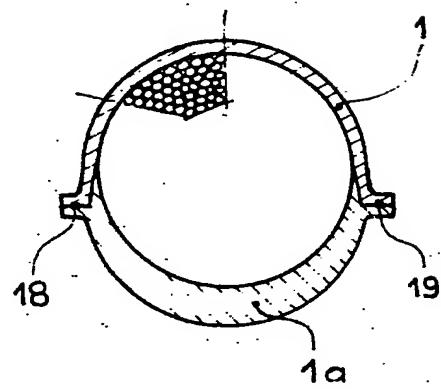
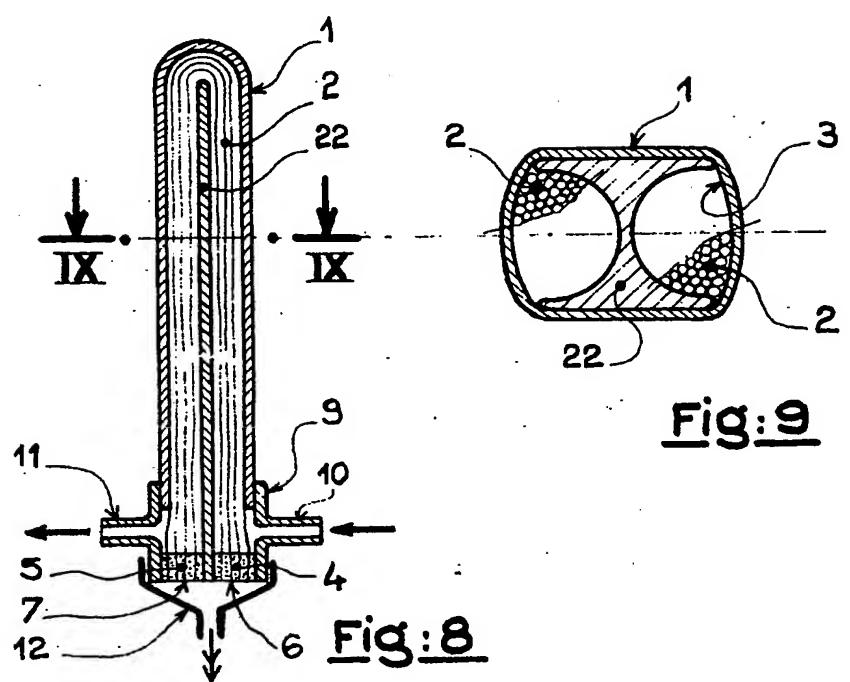
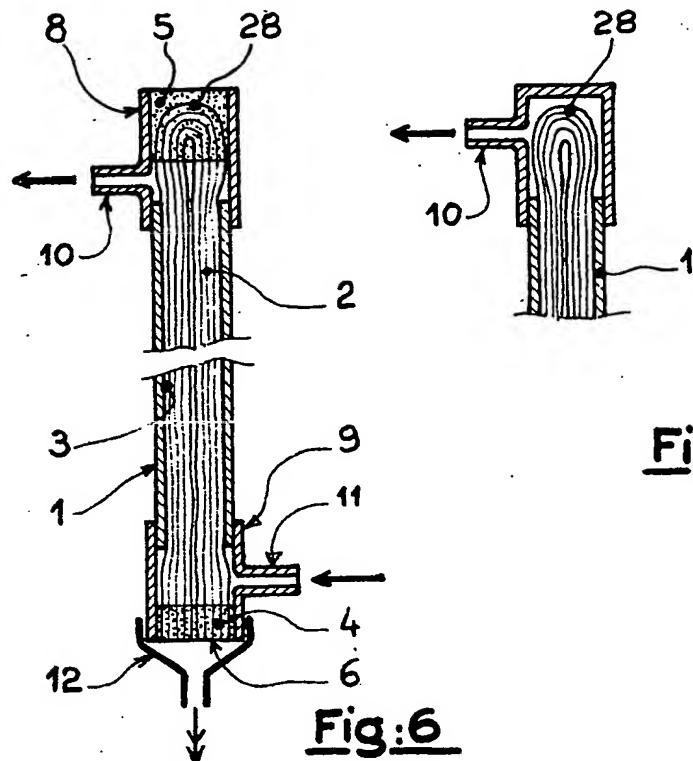


Fig:5



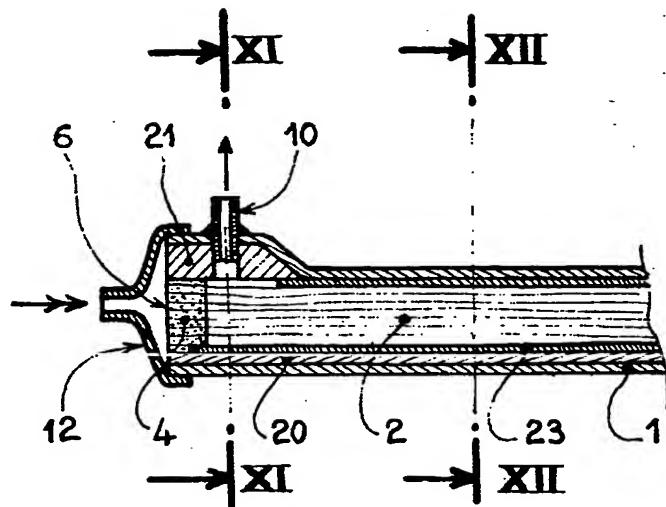


Fig:10

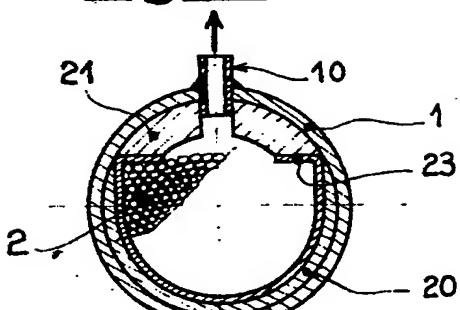


Fig:11

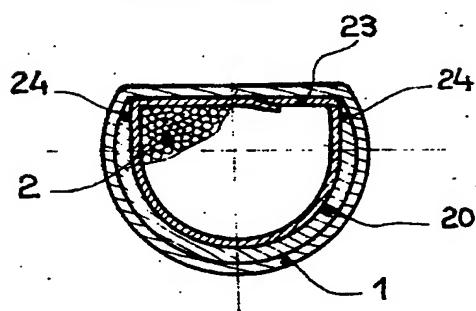


Fig:12